

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-086383

(43)Date of publication of application : 07.04.1998

(51)Int.Cl.

B41J 2/06

B41J 2/175

(21)Application number : 08-246291

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 18.09.1996

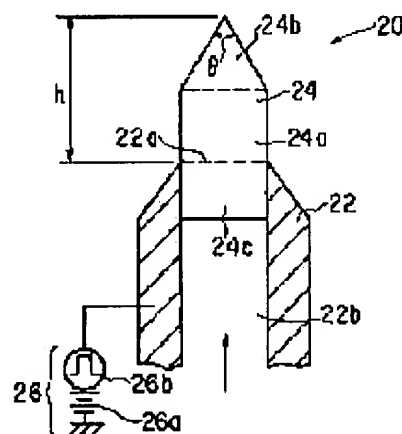
(72)Inventor : MIKI TAKEO
HIROKI MASASHI
NAKAMURA YUKA

(54) IMAGE FORMING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To attain a high-speed recording with a high recording frequency by applying a voltage to an electrode in accordance with a predetermined image signal so as to aggregate coloring particles in a recording liquid in the vicinity of the apex of a portion where a flow path is converged, and separating the coloring particles so aggregated from an insulating liquid to discharge onto an image forming body to thereby form an image thereon.

SOLUTION: A pentagonal film-like, dielectric guide 24 is protruded from the centre of an opening 22a at a leading end of a recording electrode 22 comprising a pipe-like conductive material toward a platen roller, and a recording voltage corresponding to an image signal is applied from a power source 26 to the recording electrode 22. Ink comprising an insulating liquid as a carrier liquid and charged colouring particles dispersed in the liquid is fed in from an ink flow path 22b of the electrode 22 through an ink circulating mechanism, and ink that overflows from the opening 22a is recovered in a tank. In addition, the guide 24 has a first portion 24a having the same width as that of the opening 22a and a second portion 24b that upwardly converges to its apex which functions as an ink discharging point, and coloring particles aggregated to this point is separated and discharged onto a recording paper by virtue of application of the recording voltage.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

08.05.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-84383

(43) 公開日 平成10年(1998) 3月31日

(51) Int.Cl.

H 0 4 L 12/56

識別記号

庁内整理番号

9744-5K

F I

H 0 4 L 11/20

技術表示箇所

1 0 2 B

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平8-239159

(22) 出願日 平成 8 年(1996) 9 月10日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 大場 義洋

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

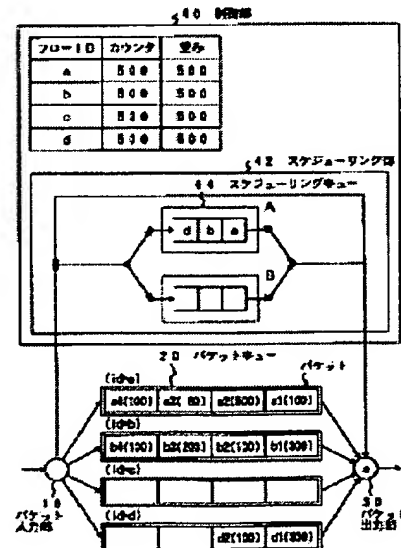
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外 6 名)

(54) 【発明の名称】 パケットスケジューリング装置及びパケット転送方法

(57) 【要約】

【課題】 重み付け公平スケジューリングアルゴリズムの一方式である DRR よりもトラヒックのバースト性を抑え、短い時間スケールでのフェアネス性能を向上させることが可能なパケットスケジューリング装置を提供すること。

【解決手段】 パケットを保持する複数のパケットキューと、受信したパケットを所定のパケットキューに入力する入力手段と、前記パケットキューごとの送信可能なパケット量を保持するカウンタ手段と、前記送信可能なパケット量が所定の値以上であるパケットキューを選択するスケジューリング手段と、選択されたパケットキューから所定のパケットを出力する出力手段とを備え、前記スケジューリング手段は、前記パケットキューをインターリーブに選択する手段を含むことを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 パケットを保持する複数のパケットキューと、
受信したパケットを所定のパケットキューに入力する入力手段と、
前記パケットキューごとの送信可能なパケット量を保持するカウンタ手段と、
前記送信可能なパケット量が所定の値以上であるパケットキューを選択するスケジューリング手段と、
選択されたパケットキューから所定のパケットを出力する出力手段とを備え、
前記スケジューリング手段は、前記パケットキューをインターリーブに選択する手段を含むことを特徴とするパケットスケジューリング装置。
【請求項 2】 パケットを出力するための重みを個別に割り当て可能な複数のパケットキューと、
受信したパケットを所定のパケットキューに入力するパケット入力手段と、
前記パケットキューごとの送信可能なパケット量を示すカウンタ値を保持するカウンタ手段と、
前記パケットキューに保持されているパケットを出力するためのスケジューリング情報を保持するとともに、該スケジューリング情報をもとに先頭パケットを出力すべきパケットキューを選択するスケジューリング手段と、
前記スケジューリング手段により選択されたパケットキューから先頭パケットを出力するパケット出力手段とを備え、
前記スケジューリング手段は、
空でないパケットキューの先頭パケットの各々に対応するスケジューリング情報を保持する第1および第2のスケジューリングキューを有し、第1のスケジューリングキューには、対応するカウンタ値から先頭パケットのパケット長を減じた値が0以上となるパケットキューのスケジューリング情報を保持し、第2のスケジューリングキューには、対応するカウンタ値から先頭パケットのパケット長を減じた値が0未満となるパケットキューのスケジューリング情報を保持し、
パケット出力時には、前記第1のスケジューリングキューから前記スケジューリング情報を取り出すとともに、対応するパケットキューがパケット出力によって空になる場合には対応するカウンタ値を重みの値に設定し、対応するパケットキューがパケット出力後に空にならず、かつ、新たな先頭パケットに対応するスケジューリング情報を入力すべきスケジューリングキューが前記第1のスケジューリングキューの場合には対応するカウンタ値をパケット出力に係るパケットのパケット長だけデクリメントし、対応するパケットキューがパケット出力後に空にならず、かつ、新たな先頭パケットに対応するスケジューリング情報を入力すべきスケジューリングキューが前記第2のスケジューリングキューの場合には対応す

るカウンタの値を対応する重みの値だけインクリメントし、
前記第1のスケジューリングキューが空になった場合には、前記第1のスケジューリングキューと前記第2のスケジューリングキューを切り換えることを特徴とするパケットスケジューリング装置。

【請求項 3】 前記第1および第2のスケジューリングキューの各々は、パケットキューの先頭パケットのパケット長に応じて前記スケジューリング情報を保持する複数のパケット長別キューと、より長いパケット長を持つ先頭パケットに対応するスケジューリング情報の保持を割り当てられたパケット長別キューほどより高い割合でスケジューリング情報を取り出すようにしたパケット長スケジューリング手段とを有することを特徴とする請求項2に記載のパケットスケジューリング装置。

【請求項 4】 前記スケジューリング手段を階層的に構成したことを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載のパケットスケジューリング装置。

【請求項 5】 受信したパケットを複数のパケットキューのうち所定のものに一旦保持するステップと、
前記パケットキューごとに保持している送信可能なパケット量が所定の値以上であるパケットキューを選択するステップと、
選択されたパケットキューから先頭パケットを出力するとともに、前記パケットキューごとに保持している送信可能なパケット量を更新するステップとを有し、
前記選択するステップでは、選択可能なパケットキューが複数ある場合には、前回に選択したパケットキューとは相違するものを選択することを特徴とするパケット転送方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、ソーティング処理を伴わずにパケット出力のパケットスケジューリングを行うパケットスケジューリング装置およびパケット転送方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 IP (Internet Protocol) プロトコルをベースにした従来のインターネットは、ベストエフォート、すなわち、ネットワーク遅延などの通信品質 (QOS; Quality Of Service) の保証は行わず、宛先にパケットを誤りなく届けることを目的としたネットワークであった。しかしながら、近年のインターネットではQOSの保証まで考慮したアーキテクチャへ移行しつつある。この場合、QOSは、IPパケットヘッダ中のソースアドレス、宛先アドレス、プロトコル番号、TCP/UDPのポート番号などから定義される「フロー」単位に保証される。

【0003】 パケット転送レベルでは、フロー別にパケットキューを設け、パケットキューのスケジューリング

が行なわれる。パケットキューのスケジューリングは方式として、フローごとに異なる使用帯域に関する重みを与え、重みに応じた割合でパケット長を考慮してキューのサービスを行なう重み付け公平スケジューリングアルゴリズムとして、Self Clocked Fair Queueing (SCFQ) が、文献「S. Goldestani, "A Self-Clocked Fair Queueing Scheme for Broadband Applications", In Proc. of INFOCOM'94, pp. 636-646, 1994.」で提案されている。また、Virtual Clockと呼ばれる同様のアルゴリズムが、文献「L. Zheng, "Virtual Clock: A New Traffic Control Algorithm for Packet Switching Networking", In Proc. of SIGCOMM'90, pp. 19-29, 1990.」で提案されている。

【0004】一般に、重み付け公平スケジューリングにおいては、パケットまたはパケットキューに対して、重みや到着パケット長に基いて計算されるタイムスタンプが付加され、タイムスタンプの小さいパケットもしくはパケットキューから順にパケットを出力していくことを基本とする。この際、出力候補の中からタイムスタンプが最小のものを選ぶために、ソーティング処理や半順序木の管理が必要となるが、これらの計算量は、 $\log 2N$ のオーダーとなる。ここで、 N はフロー数である。

【0005】そこで、DRR (Deficit Round Robin) と呼ばれる、ソーティングを行わないタイプのスケジューリングアルゴリズムが文献「M. Shreedhar and George V. Arghese, "Efficient Fair Queueing using Deficit Round Robin", Proceedings of SIGCOMM'95, pp. 231-242, 1995.」で提案されている。

【0006】以下、DRRについて説明する。DRRでは、図8に示されるようにフロー別のパケットキュー120の他に、現在パケットが溜まっている（アクティブな）パケットキューのフローIDが保持されるアクティブリストと、現在、各フローが現在送信可能なバイト数を表すカウンタを使用する。図8において、各フローa, b, c, dの重みをそれぞれ、 w_a, w_b, w_c, w_d (バイト) とする。ただし、これらの重みは最大パケット長以上であるものとする。

【0007】図8においては、パケット内の文字はパケットの識別情報を表す。例えば、b3 (200) で表されるパケットは、フローbの3番目の到着パケットで、パケット長は200バイトである。ここでは、a, b, c, dの4つのフローが存在するものとする。

【0008】アクティブリストのNextフィールドは、次のアクティブなパケットキューのフローIDが入る。また、アクティブリストは、アクティブなフローの先頭、最後、現在選択中のテーブルエントリのフローIDを示すポインタも持っており、それぞれ、Head, Tail, Nowで表される。図8では、フローa, b, dのエントリがこの順につながっており、Headはa, Tailはb, Nowはaを指している。Nowの値は、最初Headにセットされ、Tailまで達するとHeadに戻る。NowがHeadからTailまで一巡するまでの時間をラウンドと呼ぶ。

【0009】 $w_a = w_b = w_c = w_d = 500$ とすると、カウンタには、初期値として重み500が入る。パケット出力部130は、アクティブリストのNowで示されるエントリからフローIDを取り出して（この場合 $f = a$ ）、対応するカウンタと対応するパケットキュー120の先頭パケットのパケット長との差が0以上であり、かつ、対応するパケットキュー120がアクティブである間、対応するパケットキュー120からパケットを出力し、対応するカウンタの値を出力したパケットのパケット長だけデクリメントすることを繰り返す。その後、パケットキュー120がまたアクティブであれば対応するカウンタの値を w_f だけインクリメントし、そうでなければ対応するカウンタの値を w_f にセットする。次にNowを更新する。NowがTailに達していれば、NowはHeadにセットされ、その他の場合にはNowの次のエントリにセットされる。そして、新しいNowが指すエントリについて同様の処理が繰り返される。

【0010】また、パケットの到着により新たにパケットキュー120がアクティブとなった場合には、直ちにアクティブリストが更新される。例えば図8において、フローcのパケットキュー120がアクティブになると、フローbのテーブルエントリのNextフィールドがdからcに変更され、また、エントリcのNextフィールドはdに設定される。

【0011】図8において、新たにパケット到着がない場合に1ラウンド内のパケット出力系列は、a1 (100), b1 (300), b2 (200), d1 (300), d2 (100) となり、1ラウンド終了時点でのフローa, b, c, dのカウントの値は、それぞれ、900, 600, 500, 500となる。すなわち、DRRでは、前のラウンドでパケット長がカウンタ値より大きいために出力できなかったフローについては、出力できなかったバイト数を記憶しておき、次のラウンドでその分だけ重みよりも多く送るようにする。

【0012】この方式では、パケット出力部130が次の出力パケットを選択するのにかかる時間はフロー数に依存せずに一定となる。また、フローの入出力トラヒックが申告トラヒックパラメータに従う場合の遅延の最大値

や、ラウンドよりも大きい時間スケールでみたときのフェアネスが保証される。

【0013】しかしながら、DRRでは、フローが一旦選択されると、カウンタがデクリメントできなくなるか、バケットキューが空になるまで同じフローのバケットが選択され続けるために、ラウンドより小さい時間においてフロー単位のバースト性が大きくなるため、フェアネス特性が劣化することである。この傾向は、最大バケット長が大きくなるほど、すなわち、重みの最小値が大きくなるほど顕著になる。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】従来の重み付け公平スケジューリングアルゴリズムの一方式であるDRRでは、ラウンドより小さい時間においてフロー単位のバースト性が大きくなるため、フェアネス特性が劣化する問題点があった。

【0015】本発明は、上記事情を考慮してなされたもので、重み付け公平スケジューリングアルゴリズムの一方式であるDRRよりもトラヒックのバースト性を抑え、短い時間スケールでのフェアネス性能を向上させることが可能なバケットスケジューリング装置およびバケット転送方法を提供することを目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】本発明（請求項1）に係るバケットスケジューリング装置は、バケットを保持する複数のバケットキューと、受信したバケットを所定のバケットキュー（例えばバケットの持つフローIDで定まるもの）に入力する入力手段と、前記バケットキューごとの送信可能なバケット量（例えばバイト数）を保持するカウンタ手段と、前記送信可能なバケット量が所定の値以上であるバケットキューを選択するスケジューリング手段と、選択されたバケットキューから所定のバケットを出力する出力手段とを備え、前記スケジューリング手段は、前記バケットキューをインターリーブに選択する手段を含むことを特徴とする。

【0017】送信可能なバケット量が所定の値以上であるバケットキューは、例えばつぎのようにして選択する。空でないバケットキューの中で対応する送信可能なバケット量から対応するバケットキューの先頭バケットのバケット長を減じた値が0以上であるものを選択候補バケットキューとする。バケット出力時に選択候補バケットキューが存在する場合には、選択候補バケットキューの中から1つのバケットキューを選択する。

【0018】送信可能なバケット量は、例えば以下のようして設定される。まず、バケットキューには、バケットを出力するための重みを割り付ける。重み値は、全バケットキューについて同一にしても良いし、個別に割り当て可能にしても良い。重み値は、対応するバケットキューに入力されるバケットの最大バケット長以上の値に設定する。

【0019】空であったバケットキューに新たにバケットが入力された場合には、該バケットキューに対応する送信可能なバケット量の値は、対応する重み値とする。バケット出力時には、このバケット出力によって対応するバケットキューが空になる場合には送信可能なバケット量の値を0とする。

【0020】バケット出力によって対応するバケットキューが空にならない場合には、送信可能なバケット量の値から対応するバケットキューの先頭バケットのバケット長を減じる。選択できるバケットキューがなくなった場合に、空でない各バケットキューに対応する送信可能なバケット量を対応する重みの分だけインクリメントする。

【0021】ここで、本発明では、選択できるバケットキューがなくなるまでの1ラウンドの間で、選択可能なバケットキューが複数ある場合には、インターリーブにすなわち前回に選択したバケットキューとは相違するものを選択する（ただし、そのときの状況によっては結果的にインターリーブにバケットキューを選択しないこともあり得る）。

【0022】したがって本発明によれば、従来のDRRとは異なって、ラウンドより小さい時間スケールのバースト性が小さくなり、フェアネスに関する性能が向上する。本発明（請求項2）は、バケットを出力するための重みを個別に割り当て可能な複数のバケットキューと、受信したバケットを所定のバケットキュー（例えばバケットの持つフローIDで定まるもの）に入力するバケット入力手段と、前記バケットキューごとの送信可能なバケット量（例えばバイト数）を示すカウンタ値を保持するカウンタ手段と、前記バケットキューに保持されているバケットを出力するためのスケジューリング情報（例えばフローID）を保持するとともに、該スケジューリング情報をもとに先頭バケットを出力すべきバケットキューを選択するスケジューリング手段と、前記スケジューリング手段により選択されたバケットキューから先頭バケットを出力するバケット出力手段とを備え、前記スケジューリング手段は、空でないバケットキューの先頭バケットの各々に対応するスケジューリング情報を保持する第1および第2のスケジューリングキューを有し、第1のスケジューリングキューには、対応するカウンタ値から先頭バケットのバケット長を減じた値が0以上となるバケットキューのスケジューリング情報を保持し、第2のスケジューリングキューには、対応するカウンタ値から先頭バケットのバケット長を減じた値が0未満となるバケットキューのスケジューリング情報を保持し、バケット出力時には、前記第1のスケジューリングキューから前記スケジューリング情報を取り出すとともに、対応するバケットキューがバケット出力によって空になる場合には対応するカウンタ値を重みの値に設定し、対応するバケットキューがバケット出力後に空にならず、

かつ、新たな先頭パケットに対応するスケジューリング情報を入力すべきスケジューリングキューが前記第1のスケジューリングキューの場合には対応するカウンタ値をパケット出力に係るパケットのバケット長だけデクリメントし、対応するバケットキューがパケット出力後に空にならず、かつ、新たな先頭パケットに対応するスケジューリング情報を入力すべきスケジューリングキューが前記第2のスケジューリングキューの場合には対応するカウンタの値を対応する重みの値だけインクリメントし、前記第1のスケジューリングキューが空になった場合には、前記第1のスケジューリングキューと前記第2のスケジューリングキューを切り換えることを特徴とする。

【0023】本発明では、スケジューリング情報を保持するスケジューリングキューとして、現在送信可能なバケットキューに対するものと、そうでないバケットキューに対して別々のものを用意するため、1つのスケジューリングキューからスケジューリング情報を出力している期間をラウンドと考えると、DRRと同様にラウンドを基準とした重み付け公平なスケジューリングとなる。また、DRRと同様、スケジューリングの計算量もフロア数によらず一定となる。

【0024】さらに、スケジューリング手段により管理される各々のスケジューリング情報は、対応するバケットキューの先頭パケット1個の出力に用いられるため、DRRとは異なり、カウンタがデクリメントできなくなるかバケットキューが空になるまで同じフローのパケットが選択され続けるということがなくなり、ラウンドより小さい時間スケールのバースト性が小さくなり、フェアネスに関する性能が向上する。

【0025】本発明（請求項3）は、請求項2に記載のパケットスケジューリング装置において、前記第1および第2のスケジューリングキューの各々は、バケットキューの先頭パケットのバケット長に応じて前記スケジューリング情報を保持する複数のバケット長別キューと、より長いバケット長を持つ先頭パケットに対応するスケジューリング情報の保持を割り当てられたバケット長別キューほどより高い割合でスケジューリング情報を取り出すようにしたバケット長スケジューリング手段とを有することを特徴とする。

【0026】例えば、各バケット長別キューに割り当てられたバケット長範囲の代表値（例えば最大値）の逆数に応じた割合でスケジューリング情報を取り出す。本発明では、バケット長の大小に応じてスケジューリング情報が入るキューが異なったものとなり、バケット長が大きいバケットは、バケット長が小さいバケットに比べて相対的に出力されにくくなるため、バケット長の違いによるフェアネス特性が向上する。

【0027】本発明（請求項4）は、請求項1ないし3のいずれか1項に記載のパケットスケジューリング装置

において、前記スケジューリング手段を階層的に構成したことを特徴とする。

【0028】本発明では、請求項1～3のスケジューリングを、クラス別に行なうことができる。これにより、例えば、リアルタイムクラス、ノンリアルタイムクラスのフローを別々に扱うことが可能になる。

【0029】本発明（請求項5）に係るパケット転送方法は、受信したパケットを複数のバケットキューのうち所定のものに一旦保持するステップと、前記バケットキューごとに保持している送信可能なバケット量（バイト数）が所定の値以上であるバケットキューを選択するステップと、選択されたバケットキューから先頭パケットを出力するとともに、前記バケットキューごとに保持している送信可能なバケット量を更新するステップとを有し、前記選択するステップでは、選択可能なバケットキューが複数ある場合には、前回に選択したバケットキューとは相違するものを選択することを特徴とする。

【0030】なお、以上の各装置に係る発明は、方法に係る説明としても成立する。また、上記の発明は、相当する手段あるいは手段をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録した機械読取り可能な媒体としても成立する。

【0031】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら発明の実施の形態を説明する。

（第1の実施形態）まず、本発明の第1の実施形態に係るパケットスケジューリング装置について説明する。

【0032】図1に、本実施形態に係るパケットスケジューリング装置の構成を示す。本パケットスケジューリング装置は、パケット入力部10、所定数のバケットキュー20、パケット出力部30、制御部40を備えている。

【0033】制御部40は、パケット出力をスケジューリングするものであり、スケジューリング部42、各フロー10に対するカウンタ値や重み値を保持する記憶部（図示せず）を備えている。スケジューリング部42は、2つのスケジューリングキュー44を持つ。

【0034】パケット入力部10は、到着したパケットのヘッダからパケットを入れるべきバケットキュー20を選択してパケットを入力するとともに、スケジューリング部42にスケジューリング情報を入力する。

【0035】スケジューリング部42は、2つのスケジューリングキュー44のうちスケジューリング情報の出力用に選択されている方からスケジューリング情報を取り出してパケット出力部30に渡す。

【0036】パケット出力部30は、スケジューリング部42から渡されたスケジューリング情報により示されるバケットキュー20から先頭パケットを出力する。バケットキュー20にはパケットを出力するための重みを個別に割り当て可能であり、各バケットキューごとに、

重み値や出力パケットのバケット長をもとにして定まる現在送信可能なバケット量をカウンタの値として保持する。

【0037】次に、スケジューリング部42の動作を説明する。スケジューリング部42は、バケット入力時にバケット入力部10からスケジューリング情報が入力されると、同一のスケジューリング情報がいずれのスケジューリングキュー44にも入っていない場合に、現在スケジューリング情報の出力用に選択されていないスケジューリングキュー44にスケジューリング情報を入力する（スケジューラの動作開始後は選択されているスケジューリングキュー44に入力する）。入力バケットに対応するカウンタには、重み値を設定する。

【0038】また、スケジューリング部42は、バケット出力時に次の動作を取る。

（1）バケット出力によってそのバケットキューが空になる場合、対応するカウンタの値を重み値に設定する。

【0039】（2）バケット出力によってそのバケットキューが空にならない場合、カウンタの値から新たな先頭バケットのバケット長を減じた値が0以上であるとき、カウンタの値から出力バケットのバケット長を減じ、スケジューリング情報の出力用に選択されているスケジューリングキューにスケジューリング情報を入力する。

【0040】（3）バケット出力によってそのバケットキューが空にならない場合、カウンタの値から新たな先頭バケットのバケット長を減じた値が0未満であるとき、カウンタの値に重み値を加え、スケジューリング情報の出力用に選択されていないスケジューリングキューにスケジューリング情報を入力する。

【0041】また、スケジューリング部42は、現在スケジューリング情報の出力用に選択されている方のスケジューリングキューが空になった場合には、他方のスケジューリングキューを以降スケジューリング情報の出力用として選択する（すなわち、2つのスケジューリングキューを切り換える）。

【0042】図1において、バケット内の文字はバケットの識別情報を表す。例えば、b3(200)で表されるバケットは、フローbの3番目の到着バケットで、バケット長は200バイトである。バケットは可変長でも良い。ここで、フローは、IPバケットの場合には通常、IPバケットのソースアドレス、宛先アドレス、ポート番号、TCP/UDPのポート番号などから定義されるが、本発明では、フローはどのように定義しても構わない。

【0043】本実施形態では、最大バケット長は500（バイト）であるとし、各フローa、b、c、dの重みwa、wb、wc、wdはすべて等しいものとして説明する。ここでは、wa = wb = wc = wd = 500（バイト）となる。

【0044】本実施形態では、カウンタの値（バケット量）、バケットのバケット長および重み値は、バイト単位で表しているが、任意の単位で表して良い。また、本実施形態では、スケジューリング情報としてフロー10を使用するものとする。

【0045】次に、本実施形態の動作について具体例を用いて説明する。図1は、スケジューラの動作開始後、フローaから4個、フローbから4個、フローdから2個のバケットが到着し、バケットが1個も出力されていないときの状態を示す。ここでは、スケジューリング情報の出力のためにスケジューリングキューBが選択されているものとする。

【0046】このとき、カウンタの値はすべて500であり、バケット長は500バイト以下なので、バケットキューが空でないフローa、b、dのフロー10a、b、dが現在スケジューリング情報の出力がなされていないスケジューリングキューAに入る。スケジューリングキューBは空である。

【0047】ここで、バケット出力のタイミングがやってくるとラウンドが開始する。スケジューリング部42は、スケジューリングキューAからフロー10aを取り出してバケット出力部30に渡す。バケット出力部30は、バケットキューaから先頭のバケットa1(100)を出力する。さらに、スケジューリング部42は、フローaのカウントを出力バケットのバケット長100バイト分だけデクリメントする。この場合、フローaのカウント値は400となる。また、フローaのバケットキューの新しい先頭はバケットa2(500)となるが、現在のカウント値400からこのバケットのバケット長をデクリメントすると0未満となるので、バケットa2(500)を出力するためのフロー10aは、スケジューリングキューBに入れられる。

【0048】次に、スケジューリングキューAからは、フロー10bが取り出され、その結果、バケットb1(300)が出力される。さらに、スケジューリング部42は、フローbのカウントを出力バケットのバケット長300バイト分だけデクリメントする。この場合、フローbのカウント値は200となる。また、フローbのバケットキューの新しい先頭はバケットb2(100)となるが、現在のカウント値300からこのバケットのバケット長100をデクリメントすると0以上となるので、バケットb2(100)を出力するためのフロー10bは、スケジューリングキューAに入れられる。

【0049】同様の動作を繰り返すと、スケジューリングキューAが空になるまで、a1(100)、b1(300)、d1(300)、b2(200)、d2(100)の順番でバケットが出力される。ただし、これらのバケットの出力中に新たなバケットの到着はないものとする。もし、これらのバケットの出力中に、新しくフローcのバケットが到着した場合には、スケジューリング

キューAにフロー100が入れられる。

【0050】パケットd2(100)出力後、フローdのパケットキューは空になるため、スケジューリングキューにはフロー100は、スケジューリングキューAにもBにも入れられない。また、フローdのカウント値には500が設定される。

【0051】図1の状態から状態遷移してスケジューリングキューAが空になった(ラウンドが殊変わった)状態を図2に示す。図2において、フローa, bに対するカウント値が500以上になっているのは、前回のラウンドで送信可能だったバイト数(500)のうちパケット長がカウント値よりも大きかったために出力できなかった分を新しいラウンドに繰り越して使用できるようにするためである。

【0052】図2の状態になると、ただちに、パケット出力のためにフロー100が取り出されるキューとしてスケジューリングキューBが選択され、新しいラウンドが開始する。ラウンド開始後、新しくフローc, dのパケットが到着した場合には、スケジューリングキューBにフローc, dが入れられる。

【0053】以上のように本実施形態によれば、スケジューリング情報を保持するスケジューリングキューとして、現在送信可能なパケットキューに対するものと、そうでないパケットキューに対して別々のものを用意するため、1つのスケジューリングキューからスケジューリング情報を出力している期間をラウンドと考えると、従来のDRRと同様にラウンドを基準とした重み付け公平なスケジューリングとなる。また、DRRと同様、スケジューリングの計算量もフロー数によらず一定となる。

【0054】さらに、各々のスケジューリング情報は、対応するパケットキューの先頭パケット1個の出力に用いられるため、従来のDRRとは異なり、カウンタがデクリメントできなくなるかパケットキューが空になるまで同じフローのパケットが選択され続けるということがなくなり、ラウンドより小さい時間スケールのバースト性が小さくなり、フェアネスに関する性能が向上する。

【0055】(第2の実施形態)次に、本発明の第2の実施形態に係るパケットスケジューリング装置について説明する。

【0056】図3に、本実施形態に係るパケットスケジューリング装置の構成を示す。本パケットスケジューリング装置は、パケット入力部10、所定数のパケットキュー20、パケット出力部30、制御部40を備えている。

【0057】制御部40は、スケジューリング部42、各フロー10に対するカウント値や重み値を保持する記憶部(図示せず)を備えている。スケジューリング部42は、AとBの2つのスケジューリングキュー44を持つ。

【0058】また、本実施形態では、スケジューリング

キュー44のそれぞれは、所定数(ここでは3つ)のパケット長別キュー46、パケット長スケジューラ48を持つ。

【0059】本実施形態は、このスケジューリングキュー44の内部構成が相違する以外は第1の実施形態と同様の構成であり、対応する部分の説明は省略する。本実施形態では、スケジューリングキューA(B)を、3個のパケット長別キューA1, A2, A3(B1, B2, B3)、および3個のパケット長別キューをスケジューリングするためのパケット長スケジューラSA(SB)によって構成する。

【0060】ここでは、パケット長別キューA1およびB1には、パケットキューの先頭のパケットのうちパケット長が100バイト以下のパケットに対するフロー100が、パケット長別キューA2およびB2には、パケットキューの先頭のパケットのうちパケット長が100バイトを越え300バイト以下のパケットに対するフロー100が、パケット長別キューA3およびB3には、パケットキューの先頭のパケットのうちパケット長が300バイトを越え500バイト以下のパケットに対するフロー100が入るものとする。

【0061】パケット長スケジューラSAは、パケット長別キューA1, A2, A3を、 $1/100:1/300:1/500=15:5:3$ で重み付け公平にスケジューリングを行なう。同様に、パケット長スケジューラSBは、パケット長別キューB1, B2, B3を、 $1/100:1/300:1/500=15:5:3$ で重み付け公平にスケジューリングを行なう。なお、パケット長スケジューラのスケジューリングアルゴリズムは、どのような重み付け公平アルゴリズムでも良い。

【0062】第1の実施形態と同様、パケット内の文字はパケットの識別情報を表す。例えば、b3(200)で表されるパケットは、フローbの3番目の到着パケットで、パケット長は200バイトである。パケットは可変長でも良い。ここでは、a, b, c, dの4つのフローが存在するものとする。また、最大パケット長は500(バイト)であるとし、各フローa, b, c, dの重みwa, wb, wc, wdはすべて等しいものとする。このとき、 $w_a = w_b = w_c = w_d = 500$ (バイト)となる。ここでも、パケット長および重みはバイト単位で表しているが、任意の単位で表して良い。

【0063】図3は、スケジューラの動作開始後、フローaから4個、フローbから4個、フローdから2個のパケットが到着し、パケットが1個も出力されていないときの状態を表す。

【0064】このとき、カウンタの値はすべて500であり、パケット長は500バイト以下なので、パケットキューが空でないフローa, b, dのフロー100a, b, dがスケジューリングキューAに入る。さらに、スケジューリングキューAの中で、フロー100aはパケッ

トキューの先頭パケットのバケット長が100バイトであるため、バケット長別キューA1に、フローIDb、dはバケットキューの先頭パケットのバケット長が300バイトであるためバケット長別キューA2に入る。

【0065】ここで、バケット出力のタイミングがやってくるとラウンドが開始する。スケジューリング部42内のバケット長スケジューラ48が所定のアルゴリズムにより、空でないバケット長別キュー46のどれかを選択する。ここでは、バケット長別キューA1が選択されるものとする。スケジューリング部42は、バケット長別キューA1からフローIDaを取り出してバケット出力部30に渡す。バケット出力部30は、バケットキューaから先頭のバケットa1(100)を出力する。さらに、スケジューリング部30は、フローaのカウンタを出力バケットのバケット長100バイト分だけデクリメントする。この場合、フローaのカウンタ値は400となる。また、フローaのバケットキューの新しい先頭はバケットa2(500)となるが、現在のカウンタ値400からこのバケットのバケット長をデクリメントすると0未満となるので、バケットa2(500)を出力するためのフローIDaは、スケジューリングキューBのバケット長別キューB3に入れる。

【0066】次に、スケジューリングキューAのバケット長別キューA2から、フローIDbが取り出され(この場合には、バケット長別キューA2以外は空であるため、バケット長スケジューラは必ずA2を選択する)、その結果、バケットb1(300)が出力される。さらに、スケジューリング部42は、フローbのカウンタを出力バケットのバケット長300バイト分だけデクリメントする。この場合、フローbのカウンタ値は200となる。また、フローbのバケットキューの新しい先頭はバケットb2(100)となるが、現在のカウンタ値300からこのバケットのバケット長100をデクリメントすると0以上となるので、バケットb2(100)を出力するためのフローIDbは、スケジューリングキューAのバケット長別キューA1に入れられる。

【0067】同様の動作を繰り返すと、スケジューリングキューAが空になるまで、a1(100)、b1(300)、d1(300)、b2(200)、d2(100)の順番でバケットが出力される。ただし、これらのバケットの出力中に新たなバケットの到着はないものとする。もし、これらのバケットの出力中に、新しくフローc、dのバケットが到着した場合には、スケジューリングキューAの中の、到着バケット長に対応する所定のバケット長別キューにフローIDc、dが入れられる。

【0068】バケットd2(100)出力後、フローdのバケットキューは空になるため、スケジューリングキューにはフローIDdは、スケジューリングキューAにもBにも入れられない。また、フローdのカウンタ値には500が設定される。

【0069】図3の状態から状態遷移してスケジューリングキューAが空になった(ラウンドが終わった)状態を図4に示す。図4において、フローa、bに対するカウンタ値が500以上になっているのは、前回のラウンドで送信可能だったバイト数(500)のうちバケット長がカウンタ値よりも大きかったために出力できなかった分を新しいラウンドに繰り越して使用できるようにするためである。

【0070】図4の状態になると、ただちに、バケット出力のためにフローIDが取り出されるキューとしてスケジューリングキューBが選択され、新しいラウンドが開始する。

【0071】ラウンド開始後、まず、スケジューリング部42内のバケット長スケジューラ36が所定のアルゴリズムにより、空でないバケット長別キュー46のどれかを選択する。ここでは、バケット長別キューB2が選択されるものとする。スケジューリング部42は、バケット長別キューB2からフローIDbを取り出してバケット出力部に渡す。バケット出力部30は、バケットキューbから先頭のバケットb3(200)を出力する。次に、新しくフローcのバケットc1(100)が到着すると、スケジューリングキューBのバケット長別キューB1にフローIDcが入れられる。

【0072】本バケットスケジューリング装置では、これらの動作が繰り返される。次に、本実施形態で使用するバケット長スケジューラのスケジューリングアルゴリズムの一例を示す。

【0073】図5にはスケジューリング情報入力時の動作を示す、図6にはスケジューリング情報出力時の動作を示す。ここで、スケジューリング情報として、フローIDを用いる。また、バケット長スケジューラは、スケジューリングのためにバケット長別キューの番号を保持するための図示しない1箇のFIFOキューを持つ。

【0074】まず、スケジューリング情報入力時の動作について説明する。iを入力フローID、qをバケット長別キューiのキュー長(バケット長別キューi内のフローID数)、w(≥ 1)をバケット長別キューiの重みとする。a $\leq w$ であれば、バケット長別キューの番号iをFIFOキューに入れる。これをenqueue(i)で表す。次に、qの値をインクリメントした結果を、新しいバケット長別キューiのキュー長とする。

【0075】次に、スケジューリング情報出力時の動作について説明する。まず、FIFOキューの先頭のバケット長別キューの番号を取り出し、これをiとする。これはdequeueにより行なわれる。次に、バケット長別キューiのキュー長をデクリメントしてqに代入する。qが0未満になったらq=0とする。もし、a $\leq w$ であれば、バケット長別キューの番号iをFIFOキューに入れる。次に、qの値をバケット長別キューiのキュー長とする。

【0076】以上のように本実施形態によれば、バケット長の大小に応じてスケジューリング情報が入るキューが異なったものとなり、バケット長が大きいバケットは、バケット長が小さいバケットに比べて相対的に出力されにくくなるため、第1の実施形態の作用効果に加え、さらにバケット長の違いによるフェアネス特性も向上させることができる。

【0077】（第3の実施形態）次に、本発明の第3の実施形態に係るバケットスケジューリング装置について説明する。

【0078】本実施形態は、第1の実施形態や第2の実施形態のスケジューリング部を複数持ち、それらを上位のスケジューラで切り換え使用するものである。図7に、本実施形態に係るバケットスケジューリング装置の構成を示す。

【0079】本バケットスケジューリング装置は、バケット入力部10、所定数のバケットキュー20、バケット出力部30、制御部40を備えている。制御部40は、スケジューリング部42、各フロー10に対するカウンタ値や重み値を保持する記憶部（図示せず）を備えている。

【0080】スケジューリング部42は、所定数（ここでは2）のクラス別スケジューリング部50、クラススケジューラ52を持つ。ここでは、階層数2で下位層はサービスクラス別にスケジューリングキューを設ける場合の例を示す。サービスクラス数は2とする。

【0081】図7において、スケジューリング部50は、2個のクラス別スケジューリング部52と、1個のクラススケジューラ52とから構成される。クラス別スケジューリング部51には、リアルタイムクラスのフロー10がスケジューリング情報として保持され、クラス別スケジューリング部52には、ノンリアルタイムクラスのフロー10がスケジューリング情報として保持される。

【0082】各クラス別スケジューリング部50の構成は、第1の実施形態（図1）または第2の実施形態（図3）のスケジューリング部の構成と同じである。また、バケットキュー、バケット入力部、バケット出力部の構成や動作も第1の実施形態または第2の実施形態と同じである。

【0083】本実施形態では、バケットが到着したとき、スケジューリング部42は、バケット入力部10から入力されたスケジューリング情報を入力するためのクラス別スケジューリング部50を選択して入力する。クラススケジューラ52は、クラス別スケジューリング部51に1個でもスケジューリング情報が保持されていれば、クラス別スケジューリング部51から、そうでなければクラス別スケジューリング部52から、スケジューリング情報を取り出してバケット出力部30に出力す

る。

【0084】なお、クラススケジューラ52のスケジューリングアルゴリズムは、クラスのサービスポリシーに応じて任意のアルゴリズムを使用しても良い。以上のように本実施形態によれば、第1の実施形態あるいは第2の実施形態のスケジューリングを、クラス別に行なうことができる。これにより、例えば、リアルタイムクラス、ノンリアルタイムクラスのフローを別々に扱うことが可能になる。本発明は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、その技術的範囲において種々変形して実施することができる。

【0085】

【発明の効果】本発明によれば、バケットキューをインターリーブに選択できるようにしたので、例えば、各バケットキューの先頭バケットのバケット長を考慮してスケジューリングを行うことで、同じバケットキュー（フロー）のバケットが選択され続けるということを回避できるようにしたので、従来のDRRとは異なり、ラウンドより小さい時間スケールのバースト性が小さくなり、フェアネスに関する性能を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態に係るバケットスケジューリング装置の基本構成を示す図

【図2】本実施形態のバケットスケジューリングを説明するための図

【図3】本発明の第2の実施形態に係るバケットスケジューリング装置の基本構成を示す図

【図4】本実施形態のバケットスケジューリングを説明するための図

【図5】スケジューリング情報入力時のバケット長スケジューラのアルゴリズムの一例を示す図

【図6】スケジューリング情報出力時のバケット長スケジューラのアルゴリズムの一例を示す図

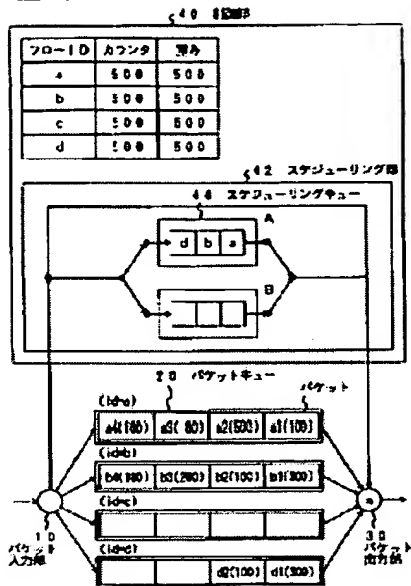
【図7】本発明の第3の実施形態に係るバケットスケジューリング装置の基本構成を示す図

【図8】従来のバケットスケジューリング装置の構成を示す図

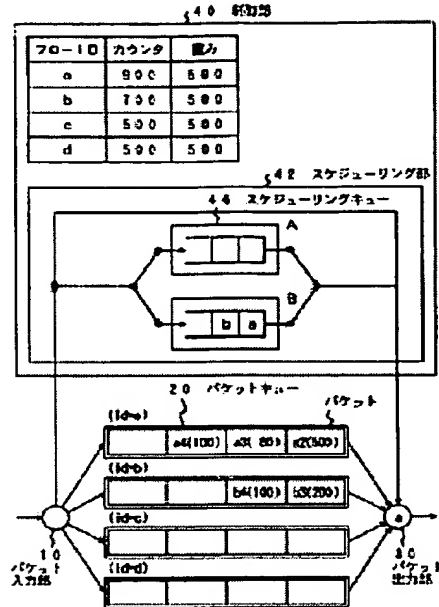
【符号の説明】

- 10…バケット入力部
- 20…バケットキュー
- 30…バケット出力部
- 40…制御部
- 42…スケジューリング部
- 44…スケジューリングキュー
- 46…バケット長別キュー
- 48…バケット長スケジューラ
- 50…クラス別スケジューリング部
- 52…クラススケジューラ

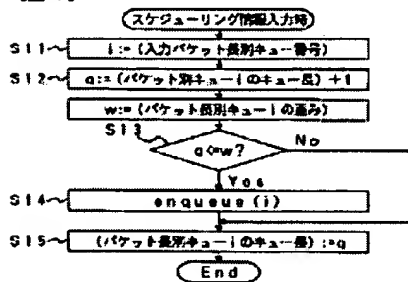
【図 1】



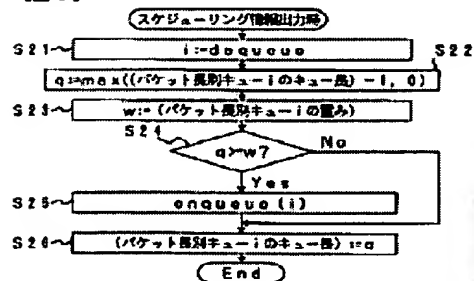
【図 2】



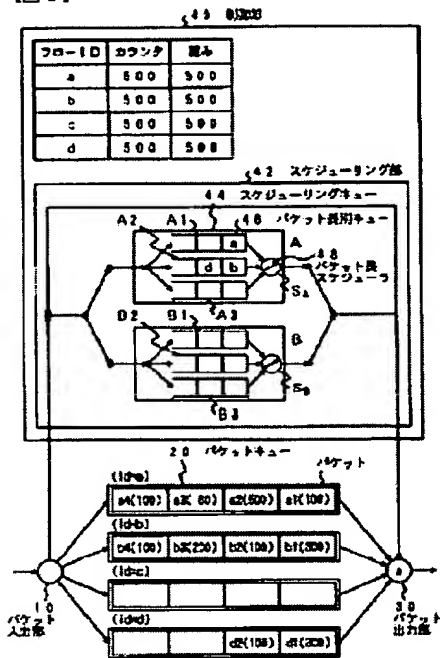
【図 5】



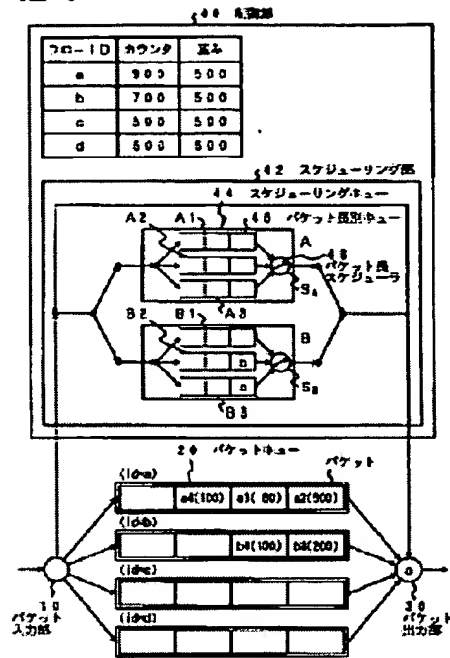
【図 6】



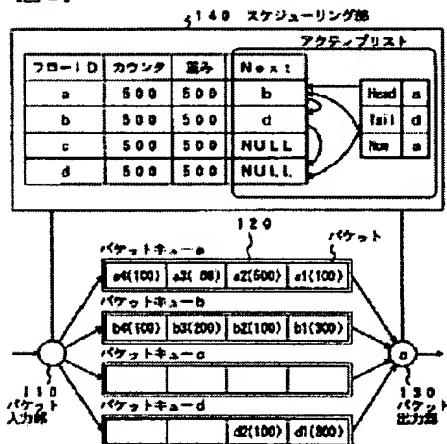
【図3】



【図4】



【図5】



【図7】

